

## Region Nufenen Aufschlüsse 2a-d: Migmatite und Granate II

Fussweg Nufenenpasshöhe  
Start 2'672'854.691, 1'147'746.633

### Prä-alpine (vor-alpine) Anatexis

Auf den Felsen des Gotthardmassivs / der Gottharddecke<sup>1</sup> südlich des Nufenenpasses fallen wulstige Schlieren aus Quarz und Feldspat auf, die das Gestein durchziehen (Nuf A2a, c; Abb. 1, 2). Diese wulstigen Gebilde sind Zonen, in welchen sich Schmelzen ansammelten, die durch Teilaufschmelzung des Gesteins ab ca. 700°C entstanden. Das Gestein ist also nicht nur metamorph, es hat auch die Grenze zur Aufschmelzung, zur sogenannten **Anatexis** überschritten und ist dadurch ein **Migmatit** geworden. Wäre das Gestein weiter aufgeschmolzen, hätten sich schliesslich Magmenkammern gebildet. Hier blieben die Schmelzen aber im Gestein stecken und haben sich nicht zu grösseren Ansammlungen vereinen können. Wer genau beobachtet, wird auch Granatkristalle im Gestein entdecken (z. B. bei Nuf A2d; Abb 3). Diese dürften bei Temperaturen zwischen 500 und 600°C entstanden sein. Bei Nuf A2b ist der Gneis durch Spaltenfrost zu Platten zerfallen (Abb. 4).

Anatexis ist ein Zeichen dafür, dass sich das Gestein während des Höhepunktes der Metamorphose in einer Tiefe von ca. 25-30 km befand (T-Zunahme von ca. 27° pro km).

<sup>1</sup> Das Gotthardmassiv ist nach heutiger Ansicht eher eine Decke, wird aber trotzdem meist als „Massiv“ bezeichnet, da dieser Ausdruck stark in der Geologensprache verankert ist.

An Nuf A2 sind in der Gottharddecke also deutliche Spuren einer Hochtemperatur-Metamorphose zu sehen. Die alpine Metamorphose erreichte in der Gegend des Nufenenpasses jedoch nur ca. 500°C (Abb. 5). Dies kann unter anderem aus dem Mineralbestand metamorpher Sedimentgesteine aus der Trias- und Jurazeit (zwischen ca. 250 und 190 Mio. J. alt) geschlossen werden, die nur von der alpinen Orogenese und demnach auch nur von der alpinen Metamorphose erfasst worden sind (z. B. [Nuf A3](#)).

Bei 500°C hätten Granatkristalle entstehen können, nicht aber Migmatite. Wir wissen ohne weitere, aufwändige Untersuchungen also nicht, ob die Granatkristalle von Nuf A2 während der alpinen Metamorphose entstanden sind oder ob sie das Ergebnis einer Metamorphose sind, die während einer früheren Orogenese stattfand. Sicher ist jedoch, dass die Migmatite während einer prä-alpinen (vor-alpinen) Orogenese entstanden sein mussten, vermutlich während der Variszischen (380 - 250 Mio. J.). Da in der Gottharddecke viele Gesteine sehr hohe Alter aufweisen, könnten die Migmatite auch während der kaledonischen Orogenese (450- 420 Mio. J.) entstanden sein.

Der polymetamorphe (mehrfach-metamorphe) Charakter der Gesteine der Gottharddecke und ihr hohes Alter von ca. 300 Mio. Jahren und mehr sind ein deutlicher Hinweis darauf, dass ihre geologische Geschichte viel weiter zurück reicht als jene der Alpen. Sie wird als Teil der eurasischen kontinentalen Kruste verstanden. Bevor sich diese ab ca. 200 Mio. Jahren von der adriatischen/afrikanischen Kruste trennte, hatte sie sicher bereits eine, teilweise sogar zwei Orogenesen mit den entsprechenden Metamorphosen durchlaufen. Erst im Lauf der alpinen Orogenese ab ca. 40 Mio. Jahren wurde sie Teil der Alpen ([Modul 5, Abb. 5](#)).

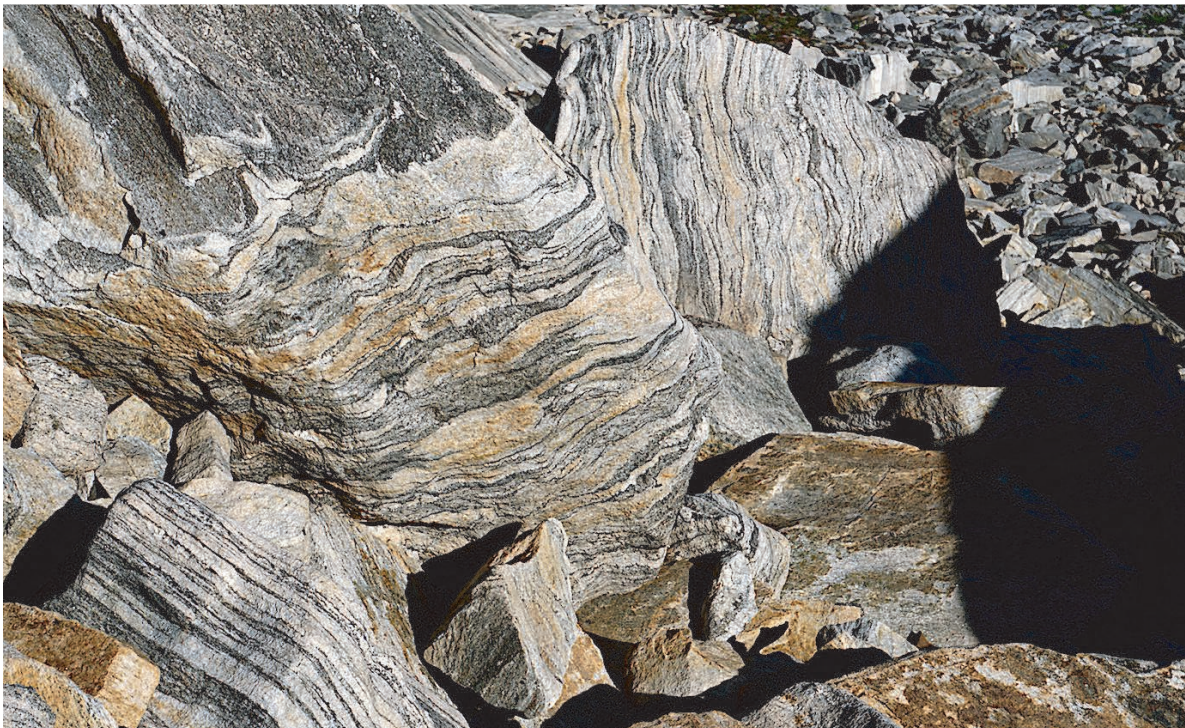


Abb. 1: Migmatit (Paragneis) am Aufschluss Nuf A2a (Geröll).





Abb. 2: Migmatit (ob Ortho- oder Paragneis nicht ganz klar) am Aufschluss Nuf A2 c.

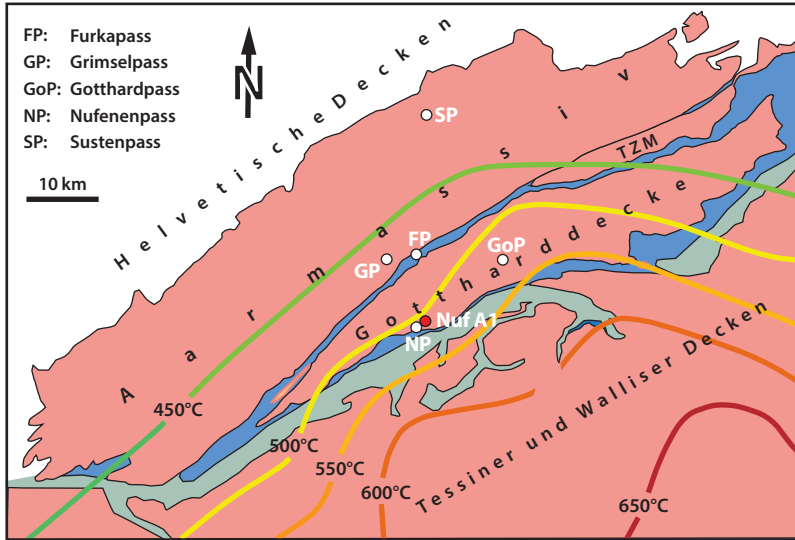


Abb. 3: Granatkristalle bis 1 cm in biotitreichem Augengneis am Aufschluss Nuf A2 d. Die weissen Feldpat-Augen sind durch die Oxidation von Eisen teils gelb-braun verfärbt.



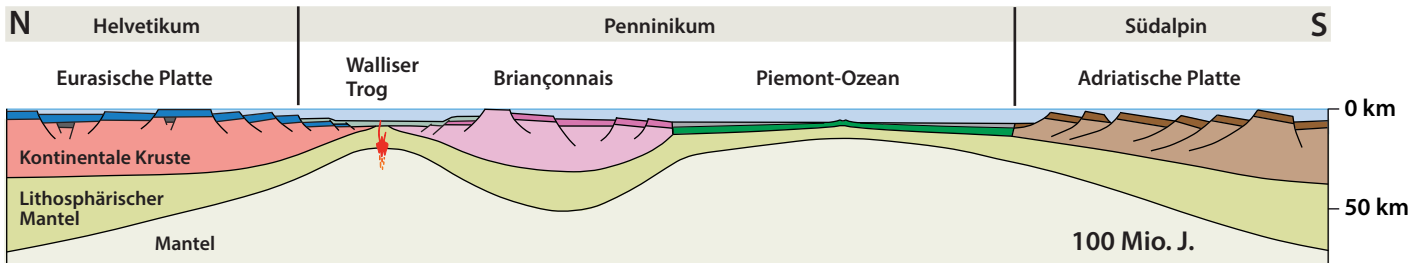
Abb. 4: Spaltenfrost in Gneis bei Aufschluss Nuf A2 b.





**Abb. 5:** Temperaturverteilung der alpinen Metamorphose in den zentralen Alpen. Linien gleicher Temperatur werden als Isothermen bezeichnet. Diese werden auf der Basis von Mineralen bestimmt, die für gewisse metamorphe Temperaturbereiche charakteristisch sind.

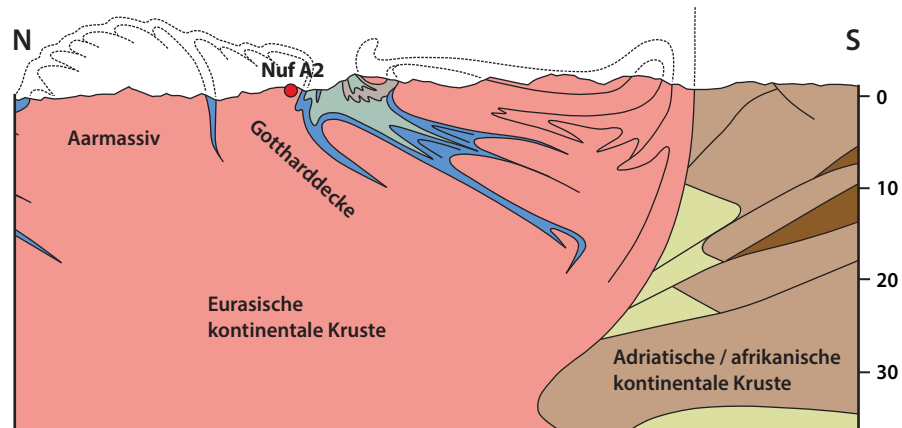
Blau und grau: Metamorphe Sedimentgesteine, die auf der eurasischen kontinentalen Kruste bzw. im Walliser Trog abgelagert (Abb. 6) und nur von der alpinen Metamorphose erfasst wurden.



**Abb. 6:** Nord-Süd Profil durch jene tektonischen Einheiten, die später von der alpinen Orogenese erfasst wurden. Zeitraum ca. 100 Mio. Jahre vor heute. Die Gesteine aller kontinentalen Krustenbereiche haben zusätzlich zur alpinen Metamorphose auch prä-alpine Metamorphosen durchlaufen. Die darauf abgelagerten Sedimente wie auch die Sedimente im Walliser Trog und im Piemont-Ozean hingegen haben nur die alpine Metamorphose durchlaufen.

**Legende zu Abb. 3, 4 und 5**

- Eurasische Platte Kontinentale Kruste ( $\geq 296$  Mio. J.) mit Sedimentbedeckung (Trias, Jura, Kreide, ca. 250 - 60 Mio. J.)
- Walliser Trog Sedimentfüllung (ca. 100 - 50 Mio. J.)
- Briançonnais Kontinentale Kruste ( $\geq 296$  Mio. J.) mit Sedimentbedeckung (ca. 250 - 60 Mio. J.)
- Piemont-Ozean Ozeanische Kruste mit Sedimentbedeckung (ca. 180 - 80 Mio. J.)
- Adriatische Platte Kontinentale Kruste ( $\geq 296$  Mio. J.) mit Sedimentbedeckung (ca. 250 - 60 Mio. J.)



**Abb. 7:** Nord-Süd Profil durch die zentralen Alpen.